

弾性波走時曲線の解析法に関する研究

宮崎大学農学部 谷 口 義 信
京都大学農学部 佐 々 恭 二

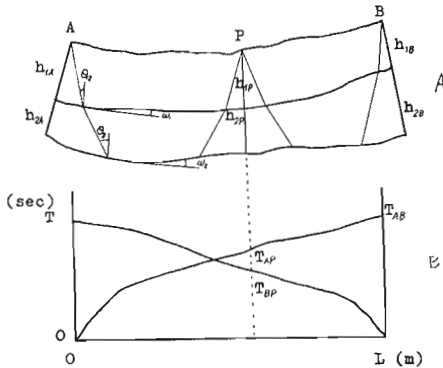
1. はじめに

弾性波走時曲線の解析法としては、萩原の方法や栗原の方法など幾つかの方法があるが¹⁾、これらの方法は地層構造を2層と考えたり、地層傾斜を一様としているところに問題がある。

この研究は地層傾斜を一様としない3層構造の場合の解析法として、新しく萩原の方法を栗原の方法に拡大適用することを試みたものである。

2. 地層傾斜を一様としない3層構造の走時曲線の解析

図1—Aのような地層構造の場合を考える。図1—Bはこの場合の走時曲線である。AP, BP, ABの走



図—1 地層構造断面図および走時曲線

時をそれぞれ T_{AP} , T_{BP} , T_{AB} とし、これらに萩原の式を拡大適用して求めた第2層目の厚さを h_{2p0} とすると h_{2p0} は次のようになる。

$$h_{2p0} = \frac{v_2}{\cos\theta_2} \left(\frac{1}{2} t_0 - \frac{\cos\theta_{12}}{v_1} h_{1p} \right) \dots\dots(1)$$

ここで(1)式を $\cos\theta_{12}=1$ とし簡略化してこれを h_{2p} とするならば、 h_{2p} は次のようになる。

$$h_{2p} = \frac{v_2}{\cos\theta_2} \left(\frac{1}{2} t_0 - \frac{h_{1p}}{v_1} \right) \dots\dots(2)$$

$\cos\theta_{12}=1$ とすることによる(1)式に対する(2)式の誤差を検討してみる。もし $v_1:v_3=1:3$ とするなら

ば $\cos\theta_{12} \approx 0.94$ となり、この場合の誤差は6%以下であり、 $v_1:v_3=1:2$ とした場合 $\cos\theta_{12} \approx 0.87$ となり、この場合の誤差は13%以下となる。これから判断すると、 v_1 と v_3 の比が $1/4 \sim 1/3$ 以下の場合3~6%の誤差を容認するならば、第2層目の厚さを求める式としては(2)式が十分適用できることがわかる。(2)式の利点は $\cos\theta_{12}$ を含まない点にある。 $\cos\theta_{12}=1$ にすることによる誤差は僅かである。特に v_1 と v_3 の比が $1/4$ 以下ならば誤差は3%以下となり、(3)式を用いてもかなり高い精度で第2層目の深度が求まる。 $v_1:v_3=1:2$ の場合には上記の値からもわかるように誤差は13%となり、第2層目の深度を求める式としては(1)式の方が適当である。しかし $v_1:v_3=1:2$ という場合は実際非常に少ないと考えられる。第3層目の速度は数 km/sec と考えるのが妥当である。誤差と両式の妥当性については実際の観測値をもって検討しなければならないので、ここでは上記の条件が与えられるならば(2)式が十分適用できることを述べるに止める。

萩原の方法では第2層目の弾性波速度 v_2 を求めるため走時曲線原図から T' 曲線を求めたが、この場合も同様に v_3 を求めるために第3層目にこの式を適用して T' 曲線を求め、これを T'_{APO} とすれば T'_{APO} は次のようになる。

$$T'_{APO} = \frac{h_{1A}}{v_1} \cos\theta_{12} + \frac{h_{2A}}{v_2} + \frac{1}{v_3} \int_A^P \frac{dx}{\cos\omega_2} \dots\dots(3)$$

(3)式は ω_2 を未知数として含んでいるので ω_2 が求まらなければ T'_{APO} は求まらない。 $\cos\omega_2=1$ とした T'_{APO} を T'_{AP} とすれば T'_{AP} は次のようになる。

$$T'_{AP} = \frac{h_{1A}}{v_1} \cos\theta_{12} + \frac{h_{2A}}{v_2} + \frac{x}{v_3} \dots\dots(4)$$

(4)式から v_3 は T'_{AP} の勾配として求められる。 T'_{AP} がA点において時間軸と交わる点を τ_A とすると(4)式からA点における第2層目の厚さ h_{2A} は次式で表わされる。

$$h_{2A} = \frac{v_2}{\cos\theta_2} \left(\tau_A - \frac{h_{1A}}{v_1} \right) \dots\dots(5)$$

(4)式について検討してみる。(3)式は ω_2 を求めるために他の調査法によらなければならないが、(4)式はある程度の誤差を含むとしてもそのまま求まることに意

義がある。 $\cos\omega_2 = 1$ とすることによる誤差を計算してみる。(2)式においてこの影響を受けるのは $\cos\theta_2$ である。誤差の大きさについては v_2, v_3 の観測値をもとに考察すべきであるが、いくつかの場合に分けてそれぞれの誤差を計算してみると次のようになる。

- (1) $\omega_2 \leq 30^\circ, \frac{v_2}{v_3} \leq \frac{1}{3}$ の場合：2%以内
- (2) $\omega_2 \leq 30^\circ, \frac{v_2}{v_3} \leq \frac{1}{2}$ の場合：6%以内
- (3) $\omega_2 \leq 45^\circ, \frac{v_2}{v_3} \leq \frac{1}{3}$ の場合：6%以内
- (4) $\omega_2 \leq 45^\circ, \frac{v_2}{v_3} \leq \frac{1}{2}$ の場合：18%以内

ω_2 が 45° となるような非常に急な地層傾斜をしているところは一部を除き全体としては極めて少ないと考えられる。30°以下であれば上記の誤差から考えて

$\cos\theta_2 = 1$ としても第2層目の深度を求める式として(2)式が十分適用できる。

(2)式を栗原の式と比較した場合、(2)式には栗原の式のような昇斜構造の場合や降斜構造の場合の第2層、第3層の見かけの速度 v_{2+}, v_{2-} や v_{3+}, v_{3-} が含まれず第2層、第3層の真の速度 v_2, v_3 が T' 曲線から直接求まるのでそれだけ簡単である。

以上従来式と比較検討しながら走時曲線の解析について若干の考察を行なったが、今後これを実際に適用して具体的に検討し、さらに地すべりの面の推定を行なっていくつもりである。

参 考 文 献

- 1) 井上宇胤：地震探鉱法，小山書店，pp36~67